

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**





障害を検出するかしないかによって場合分けする。自ノード終端信号の障害を認識する行為を（ステッパ1）とする。602は手続きであり、自ノードに障害が発生していないことを確認し障害回線が終了したことを認識する（ステッパ6）。605は手続きであり、光スイッチを切り替えることにより、予備リングからの光信号を受信できる態勢を作る（ステッパ2）。606は手続きであり、障害が発生した光バスのソースノードに向け制御メッセージを送信する（ステッパ3）。603は分岐であり、他ノードから送られてきた制御信号が自ノード宛かどうか判定する。607は手続きであり、他ノード宛の制御メッセージが到着した場合、そのまま他ノードへ転送する（ステッパ4）。604は分岐であり、到着した制御信号が、自ノード宛のスイッチ要求であることを判定する。608は手続きであり、到着した制御信号で指定された光バスの識別子を参照して、該当する光バスを予備リングの方へ送出するように切り替える。

このようなフローチャートを各ノードに適用すれば、図4に示すような障害回復が可能となる。

以上では、波長が入1である現用光バスの障害回復方法について述べたが、本発明構成、方法を用いれば、波長多重化されている系に於いて任意の一直線路に対し、障害部を通っている全ての光バス（ソースノード、終端ノードの異なるものを含む）の障害回復を行うことが可能である。以下にこれについて説明する。ファイバノードの一直線路が発生すると、波長多重化分の光バスに障害が起ることになる。予備リングでは現用リングの現用信号により共有されているので、障害が発生していない時は、予備リングは用いられない。従って、現用リングの伝送方向と逆向きに信号を伝送する予備リングに現用光バスと同じ波長を割り当てられ、波長波長（1本の光ファイバ中で同じ波長が光バスに割り当てられて分離できなくなる）無く予備光バスを割り当てて、そこを通過する全ての光バスの障害を回復できる。又、多重障害が発生した場合も、現用光バスと反対回りの経路が無事であれば、対応可能である。

以上、現用リング101の現用光バスの障害回復を共有予備波長である予備リング102を用いて障害回復を行う方法、そのノード構成について説明したが、現用リング103（現用リング101と逆向きの信号伝送）と予備リング104にも同様のノード構成、障害回復方法を適用することが可能である。尚、障害回復動作後、光ファイバの障害点を確認し、光ファイバの故障経路線により共有しているのでの次の障害に備えるため、予備光バス402を用いずに現用光バス401を使用して伝送されるように示に戻しておく。

第1の実施の形態を用いることにより、ループバック切り替えを行う事無く障害回復を行っているので、光信号の伝送距離を小さくすることが可能である。従って、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ループバックを行うシステムよりも入まな全長の見積りを構成することが可能である。又、1+1プロテクションのよう予備波長を専有して用いておらず、予備波長を共有しているのてで現用光バスの本数を多くすることが可能である。1+1方式では上下方向の通信として伝短ルートの設定した場合、下り方向は、それと同じ向き回りのルートも常に用い1+1方式から、光バスの収容が非効率となる。例えば、1+1方式では、1つの波長は、

1つのリング当たり、2つの光バスしか構成することができない（図11に於いて、光バス1122とノード107からノード1110への光バス）。本構成を用いることにより、例えば図7のように、1波長で最大4つの光バスを構成することができ、図7に於いて701～704は波長が入1である現用光バス、101は現用リング、102は予備リングを表す。701～704の現用光バスに対する予備波長は予備リング102であり、それぞれの現用光信号の間で共有されている。例えば、現用光バス701に対する予備光バスは予備リング102上で106～ノード105～ノード108～ノード107という経路で波長が入1を用いる。現用光バス702に対する予備光バスは予備リング102上でノード107～ノード106～ノード105～ノード108～ノード105～ノード107の区間で、予備光バスとして同じ波長が入1が用いられ共有されていることとなる。これらの予備光バスは独立な事象であるので（一直線路に対して）、予備リング102中の1と1という予備波長を現用光バス701、702の間で共有することが可能になっているからである。同様と考えて、図7の場合は、結局、現用光バス701～704の間で予備リング102の予備波長である波長が入1を共有していることとなる。他の波長の光バスも同様である。又、予備波長は共有されていることにより、あるノード間の通信で左回りの現用リング、左回りの現用リングを独立に光バスを設定できるので、上り信号、下り信号をそれぞれ伝短ルートのバスに設定すると効率が良い。

又、障害回復のためのメッセージングは、せいぜいリングを1周するのみであるので、SONETの4ファイバの波方向リングの障害回復の動作速度と同程度の速度で障害回復を行うことが可能である。

又、1+1プロテクション方式では、予備バスにも常に光信号を送出していたので、障害が起っていないときでも予備波長が使われていた。それに対し、本構成及び方式を用いると障害が発生していない時は予備波長の使用が可能であり、そこへ優先度の低い光バスを流すことが可能である（スタンバイ・アクセス）。優先度が低いので障害が発生したときには、他の優先度の高い光バスの予備光バスとして使われてしまいうまいないが、障害の起っていないときに優先度の低い光バスを構成できるという利点がある。

又、SONETシステムでは、バスを束ねた信号を監視するライン（隣接ノード間のバスが多重化された信号の単位）という単位で監視すれば、バスの信号の品質（例えば誤り率）までを行うことが可能であった。ところが、波長多重システムでは、元々ノード毎で必ず波長の管理を行う必要があり、光バスを束ねたもののみの管理のみで管理系を使用するのは困難である。従って、本発明構成、方法を光バス単位で障害回復を行う場合の管理、監視系を使用することができ、より効果がある。

又、現在のSONETシステムでは50Mb/sをバスの単位として扱っているが、これらを束ねたバス群単位（例えば、50Mb/sの信号が束ねられた2、5Gb/s単位）での切り替えを取り扱うようにすると管理するバスの本数が減り、より本方式の適用の効果が増える。光の場合でも、物理的な制約により波長多重化にある程度限界があるので、バスの本数が非常に多くなるとはならず、より効果がある。

た波長変換器）を用いても本発明が実施可能であることは自明である。

次に本発明適用方式として第3の実施の形態について説明する。第3の実施の形態は、第2の実施の形態と同様に、2ファイバリングの場合であり、第1のリングと第2のリングは逆向き回りに光信号を送送する。第1のリングの現用信号を送送する波長として入1、入2を用い、その予備波長として、第1のリングの波長入1の現用光バスに対して第2のリングの波長入1、第1のリングの波長入2の現用光バスに対して第2のリングの入2を用いる。第2のリングの現用信号を送送する波長として入3、入4を用い、その予備波長として、第2のリングの波長入3の現用光バスに対して第1のリングの入3、第2のリングの波長入4の現用光バスに対して第1のリングの入4を用いる。このように2ファイバリングに現用光、予備用の波長として、互いに逆回りに伝送するリングに同じ波長を割り当てると、第2の実施の形態で用いていた波長変換器を用いる必要がなくなる。第2の実施の形態では、あるソースノードに於いて現用光バスに波長入1を用い予備光バスに波長入3を用いていたので波長変換器が必要であったが、第3の実施の形態を用いると現用光バスに用いる波長と予備光バスに用いる波長が同一であるため波長変換の必要が無からである。

第3の実施の形態を用いると、波長変換器が不要になるとい以外には、第2の実施の形態で説明した効果と同様の効果がある。

本発明の実施の形態では、ファイバ障害の場合について説明したが、ノード障害等の障害の場合に対しても、同様の方法で障害回復可能であることは自明である。

本発明の実施の形態では、光バスの監視としてビット誤り率を監視する方法を用いたが、光パワーを監視する方法を用いて監視することも可能である。フォトダイオードを出力端に設置し、そのフォトカレントを監視することにより実現可能である。その他、光のS/N（信号対雑音比）を監視することを適用することが可能である。ASE（自然放出光雑音）と信号光の比を求めるとにより光のS/Nを求めることが可能である。

本発明の実施の形態では、図5に示すようなシーケンスを用いたが、例えば、ステッパ2とステッパ3の順序が入れ替わっても本発明は支障無く実施可能である。

本発明の実施の形態では、各ノードの制御として図6に示すようなフローチャートを用いたが、必ずしもこれと同一のものを用いる必要がないのは明らかである。例えば、分岐603とそれに付随する手続き607とをひとまとめたものと、分岐604とそれに付随する手続き608とをひとまとめたもの順を逆にしても（分岐手続き602の後に、先に分岐604を接続する方式）本発明は支障無く実施できることは明らかである。

本発明の実施の形態では、波長多重システムに於いて光バスを用いるリングについて説明したが、SONET、SDH等のバスが時間多重化されているシステムにも本発明が適用可能であることは自明である。但し、ループバックスイッチで行わないことより光信号の伝送距離が少なくて済むので、リング長を大きく取ることが可能であるため、光のままノードを光信号が通過する光ネットワークに於いて本発明を適用する方が有効性が期待される（SONETリングでは、各ノード毎に光信号を電気

信号に変換して信号の再生を行う)。又、光のパスは2.5 Gb/sの光信号であるとして10 Gb/sの光信号であらうと、一本の光パスであるので、2.5 Gb/sの光パスと10 Gb/sの光パスが混在したシステムに於いても、第1の実施の形態と同様のノード構成、障害回復方法を用いることが可能であり、柔軟性が高い。

本発明の実施の形態では、被長多重システムに依りて光パスを用いる方式について説明したが、ATMのV P (Virtual Path) やVVC (Virtual Work Channel) に対しても、リングネットワークであれば、本発明が適用可能であることは自明である。

本発明の実施の形態では、光ADM部の構成として図3のような構成を用いたが、図8の構成、図9の構成を用いることが可能である。

図8は、図3で示される構成の他の実施例を示すものである。構成は2×2光スイッチ31と被長多重入器32とを有する。被長多重入器32は、図3の構成に、2×2光スイッチ31と挿入し、挿入器33の出力を、2×2光スイッチ31の出力に置き換えるようにしたものである。図3の構成では、常に分離信号出力光線と出力光線とが、この構成では2×2光スイッチとして出力されていたが、この構成では2×2光スイッチとして分配選択器1(マルチキャスト型)を用いていない場合、出力光線2に出力される。

図9は、図3で示された構成の他の実施例を示すものである。変復多値化器の構成の内一階を複重合成装置に直結し、又、他の一階を分離信号出力装置に直結するものである。この場合、分離信号の動作を切り替えるものではできないが、図4の光ADPCMに適用することにより本発明の原理的動作を行うことが可能である。

その構成や、これらの組合せを特徴を用いても、多値信号が入力された、それを複重合成したものを一階を出し、一階を多重器に入らし、又、多重器に挿入信号を入力させることができる構成であれば、本発明が適用可能なことは明である。

本発明の実施の形態では、主信号系に1.5  $\mu\text{m}$ 帯の波長の光信号、制御信号系に1.3  $\mu\text{m}$ 帯の波長の光信号を用いたが、主信号系と制御信号系が分離できるのであれば、これらの波長を用いるに限定されるものではないことは自明である。

本発明の実施の形態では、他ノードへの制御信号の転送する方式として、次の8ビットを用いた8ビットに祖先ノード、次の8ビットに光バスの識別子、次の1ビットに切り替え要求の有無を割り当てたが、これらと同一でなくとも、バスの順巡回の要求がソースノードに伝われば、どのようなビットの割り当て方でも良い。又、ビットに情報割り当てる必要も無く、メッセージ指向通信を用いることも可能である。パケット通信やフレーム・リレー、ATMを用いた通信を用いることも可能である。

本発明の実施の形態では、制御信号の転送手段として、主信号と異なる波長の光信号を用いたが、主信号と別の波長を用いてもよい。例えば、制御情報を転送する媒体であるけれども適用できることも明明である。例えば、無線信号や、サブキャリアを光信号に重畳して伝送する系を用いて制御情報をノード間でやり取りしたり、電波を用いて制御信号のやり取りを行っても本発明が適用できることは明らかなからである。

本発明の実施の形態では、障害回復動作開始のきっかけとして、自ノード終端信号の障害検出という事象を

用いたが、他ノードや他のネットワーク機器からの障害  
未知によつて障害回復動作を開始しても、本発明が故障  
を無知で実施できることは明らかである。例えば、光パ  
ーセ（λ1）を終端するノードの前後のノードで、λ1  
の波長の光パーセの異常を検出してそれを終端ノードに通  
知することによつて障害回復動作を起す方式を用いて  
も、本発明は支障無く実施できる。

本発明構成では、障害の起こっていない場合、予備リリングは全ての光信号を通過させる状態に設定しているが、この設定を終端ワードからのスイッチ要求メッセージの到着時に言うことによっては本発明が適用可能である。但し、この方法を用いると、スイッチ要求メッセージが到着してから光ゲートの切り替えを行うので、障害回復時間が遅くなる場合もある。

本発明の実施の形態では、ノード間の通信量が上り方向と下り方向で対称な場合について説明したが、ノード間の通信量が上り方向と下り方向で非対称な場合（例えば、下り方向の通信のみにないシステム）でも本発明が適用できることは自明である。

本発明の実施形態では、1つのリングシステムで、1つの閉環回路方式を用いる方式について説明しながら、本発明の構成、方法と従来の1+1プロテクション方式等、他の方式を組み合わせても実現可能である。例えば、波長分割に、 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ は1+1方式による閉環回路方式、 $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ を本発明による閉環回路に用いることもでき、さらに、又、必ずしも現用光スラムの伝送の向きと逆方向に迂回する必要がある。例えばリングは、無事であれば、予備回線が発生して、両リングは非対称な場合は、予備回線上で最短経路に迂回線を割り当てること。その場合、スイッチ状メッセージは、右回り、左回り両方向に送ることに要する。

本発明の実施の形態では、光スイッチ211~214として機械式光スイッチを用いたが、クロストークやロス等の性能を満たす光スイッチであれば、電気光学効果を用いた光スイッチや、熱光学効果を用いた光スイッチや、半導体光アンプを用いた光ゲート・スイッチによっても本発明は実施可能である。

本発明の実施形態では、光スイッチ211~214としてスイッチ中のある経路を導出させる他の経路には信号が分配されない光スイッチを用いたが、例えば光カプラーの分岐側にも半導体レーザー光源を接続した構成の分配選択型のスイッチ（マルチキャスト可能なスイッチ）を用いても、マルチキャスト機能を実現し得ることは、本発明が適用できることは自明である。

本発明の実施の形態では、光スイッチ211~214として2×2の光スイッチを用いたが、2×2スイッチと異なるサイズ、構成の光スイッチでも本発明が適用可能である。例えば、光スイッチ212として2×2の光スイッチを適用して分離入端207が接続されない光スイッチの入力端に、半導体光スイッチング機器を接続することが可能である。その他、光スイッチ213として分岐型2×2スイッチを用い、光スイッチの入力端の一方を分岐出端202に接続し、他方を光信号監視装置203に接続して光信号を監視するようにしても本発明が支障無く実施できることが明らかである。

送信側を切り替える1×2光スイッチ211、212として用いる分配選択型の光スイッチとしては、カッブラの分岐部に光ゲートスイッチ（光を通すか通さないかを切り替えるスイッチ）を接続する構成により実現可能である。その他、光ゲートスイッチの一方の出力端に

は光ゲートスイッチが接続され、他方の出力端には光ゲートスイッチが接続されている構成をいえることも可能である。予備リングには、光ゲートスイッチが接続されている方の光スイッチ出力端を接続し、現用リングには、光ゲートスイッチが接続されていない方の光スイッチ出力端を接続すれば良い。通常は、予備リングに信号光を出力する必要があるため、光ゲートスイッチには光信号を流す必要があり、予備リングには光信号を流さなくてもよい。また、予備リングに光信号を流す必要がなくても、終端ノードの光スイッチ213、214により、現用リングに光信号が接続され、予備リングに光信号が接続されず、光ゲートスイッチが接続されている構成をいえることも可能である。

又、現用信号の共有予備資源を持つ予備リングをn本持つシステムの場合、現用リングへと予備リング全てに切り替えることを可能にするためには  $(n+1) \times 1$  の光スイッチを用いる必要がある。このようなスイッチを複数集積化した一般的な  $m \times n$  スイッチを用いても本発明が適用可能であることは自明である。

本発明の実施の形態では、送信側、受信側のスイッチとして光スイッチ21～214を用いたが、ここでスイッチングをそのままだけ分離出力端を分離入出力端に接続し、光信号を電気信号に変換した後に電気のスイッチによりプロテクションを行うことによって本発明が実施できることは自明である。

又、電気のスイッチとしては、空間的に切り替える電気のスイッチでも、時分割多重化された信号を時分割多重分離したものを切り替える電気のスイッチでも、ATMスイッチのようにセルにより離立したコネクションを切り替えるATMスイッチでも、本発明は支障無く実施できる。

本発明の実施の形態では、光信号の監視のために10:90の分岐比の光カップラを用いたが、光レベル設計が問題なければ、光パワー分岐比、結合比は特に限定されるものでないことは自明である。

本発明の実施の形態では、4ノード、2波長のリングの場合について説明したが、ノード数、波長多重数がこれ以外のシステムでも本発明が適用できることは自明である。

本発明の実施の形態では、全ての光信号の挿入、分離が可能である構成を用いたが、全ての波長の挿入分離が可能でない構成でも本発明が適用できることは明らかである。

本発明の実施の形態では、波長多重化された系を前提として、波長多重数が1の場合でも、本発明が実施可能であることは明らかである。

本発明の実施の形態では、光多重技術として波長多重技術を用いた場合に比べて、偏波多重技術や時間多重、空間多重等の多重技術を用いても本発明が実施可能であること、第3の実施の形態を以て例として説明する。光ファイバ複数を本発明の光ファイバ群として扱い、光ファイバ群によりノードを光ファイバ群と接続し、光ファイバ群により構成されるリングを1つのリングとして扱うことにより、本発明のリングを1つのリングとして扱うことにより、本発明が適用できる。例えば、ファイバ群のリングが4つであれば、第1の実施の形態と同様に巡回回復を行うことが可能であり、ファイバ群のリングが2つであれば、第2の実施の形態、第3の実施の形態と同様に取り扱うことができる。

本発明の実施の形態として、2ファイバの場合、4ファイバの場合を示したが、それに限定されるものではない。例えば、4ファイバシステムから、非互補性近

原となる予備リングを右回り、左回り1本ずつ増やし、6本となる予備リングのうちの3本をスライツにすれば、6本の予備リングに缺いては本発明が適用できる。又、第2の実施形態、第3の実施形態で説明したように、予備リングの一部を現用資源、残りを予備資源として使い分けておけば、2ファイバリングである必要は無く、3ファイバリング、4ファイバリングにも本発明は適用可能である。

光信号を1本のファイバ中で双方方向に伝送するシステムを用いるれば、物理的には1つのリングしかないことが理論的に示されている。逆方向に2つのリングとみなすことができ、本発明構成、方法が適用可能である。この技術を用いると、物理的には、本発明の実施の発明で説明したリングと、本発明より少ない本数のリングを用いて本発明の適用が可能である。

本発明の実施の形態では、受信側ノードでは、スキャンを用いることによって受信する光信号が切り替わらずに、障害が発生する障害の発生した方の光信号が受信側ノードに入力されるようになっているので（リソースノードで近距離に信号を送出するように切り替えている）、受信側ノードでは、障害の起こっていない方のリングからの光信号のみが障害側ノードに入力される。従って、光スイッチを用いてどちらのリングを受信するかを選択する必要はなく、光カプブラを用いることにより本発明を支援手段の例として、パンプを足し合わせる光カプブラのような光カプブラ型や、本発明の実施の形態で説明した光スイッチのような切り替え型を用いることが可能である。

本発明の実施の形態では、被長多重器、被長多重分  
器としてAWGを用いたが、回折格子を用いたものや  
ファイバ・ブラッグ・グレーティング（ファイバ）を組み  
込みに、周回構造を持たせてフィルタを構成したもの、を組  
み合わせたもの等、被長を多重したより被長多重分する機  
能を持つものを用いられれば、本発明が支障無く実施でき  
ることは自明である。

本発明の実施の形態では、光増幅器を光通信ノードや光伝送路中に用いていないが、それを用いた系でも本発明が支障無く実施できることは自明である。

本発明の実施形態では、光信号を電気信号に変換する装置は、光のままだ中のノードを通過する光通信ネットワークに、途中で電気信号にも変換して再び光信号に変換する装置が挿入されている。このように、本発明が支障無く実施できることは自明である。このような装置を入れることによりリングの長距離化が可能となる。

本発明の実施の形態では、光パスとして途中で波長変換の無いものを用いて、リングネットワーク中に波長長変換器を挿入し、途中で波長が変換がなされていくのを光パスとして扱って、本発明が支障無く実施できる。波長変換器としては、光信号を一時的な電信号に変換する。波長変換器と波長の光線を用いて、電気信号に変換する方法、相互利得変調、相互位相変調、四光波混合を用いる方式等、どれも適用する。波長変換器を用いることにより、予備光パスをまづ割り取られることにより予備リングの中で波長の再利用（同一リングで同じ波長を再び用いる）が可能となるので二重回路等の多重化への柔軟性が良くなる。

本発明の実施の形態では、予備リングでは障害の起

グを用いた伝送系に障害が発生していないかを確認するために、障害の起こっていない時にも光信号を送る方法を用いても本発明は適用可能である。例えば、予備リングを周期的に全ての予備バスを構成するように動作させて予備光バスの監視を周期的に行い、障害を検出したりの切り替え要求メッセージを受信すると、監視のための予備バスを構成することをやめて、障害回復のための予備光バスのみを構成する方法を用いれば良い。

本発明の実施の形態では、左回りか右回りの現用バス whichever 1方向の通信の障害に対する障害回復について説明したが、右回りと左回りの通信の両方の障害が同時に起こっても、本発明の適用が可能である。本発明では、それぞれの先行予備資源は独立に割り当てられており、それぞれ独立に迂回路を形成できるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態を示すブロック構成図である。

【図2】 図1で用いられる右回り現用信号処理部を示すブロック構成図である。

【図3】 図2で用いられる光ADM部を示すブロック構成図である。

【図4】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を説明する図である。

【図5】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を説明するシーケンスチャートである。

【図6】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を説明する1ノード中のフローチャートである。

【図7】 第1の実施の形態で用いられるシステムの効果を説明するための図である。

【図8】 図3の他の実施例を示すブロック構成図である。

ある。

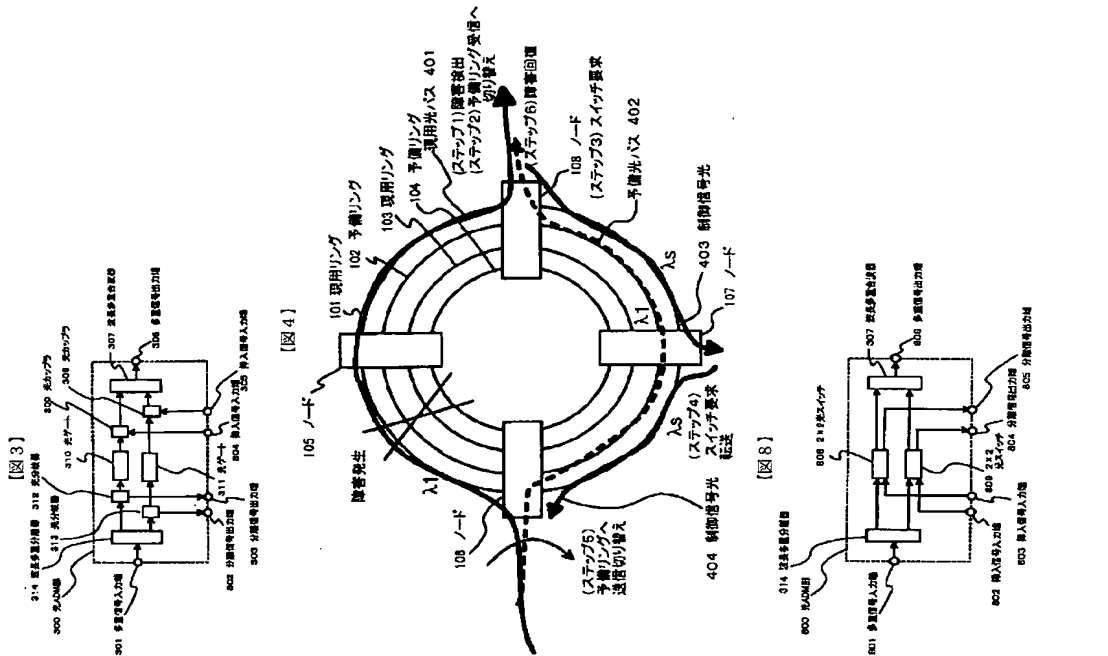
【図9】 図3の他の実施の形態を示すブロック構成図である。

【図10】 従来例を示すブロック構成図である。

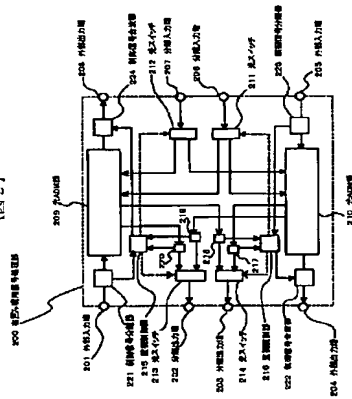
【図11】 従来例を示すブロック構成図である。

【符号の説明】

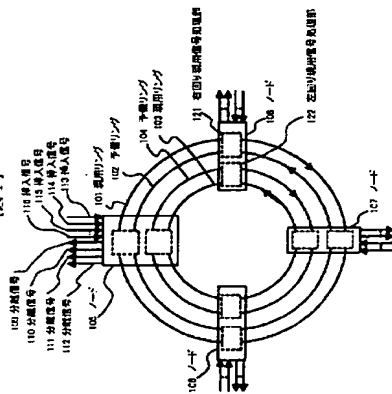
- 101, 103 現用リング
- 102, 104 予備リング
- 200 右回り現用信号処理部
- 211~214 光スイッチ
- 215, 216 監視制御器
- 217~220 光分岐器
- 310, 311 光デラット
- 401 現用光バス
- 402 予備光バス
- 1021 現用光バス
- 1022 予備光バス
- 1121 現用光バス
- 1122 予備光バス

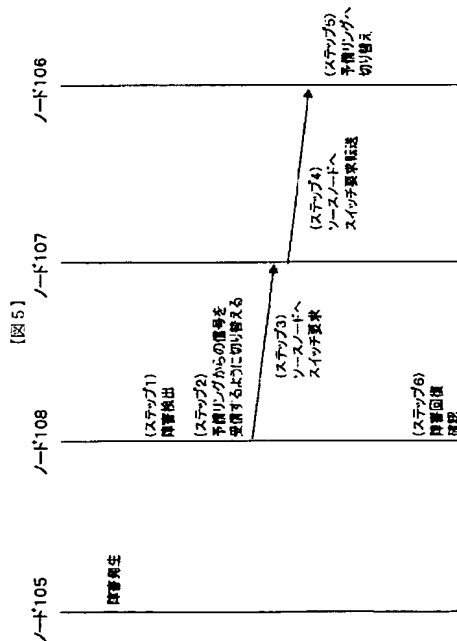


【図2】

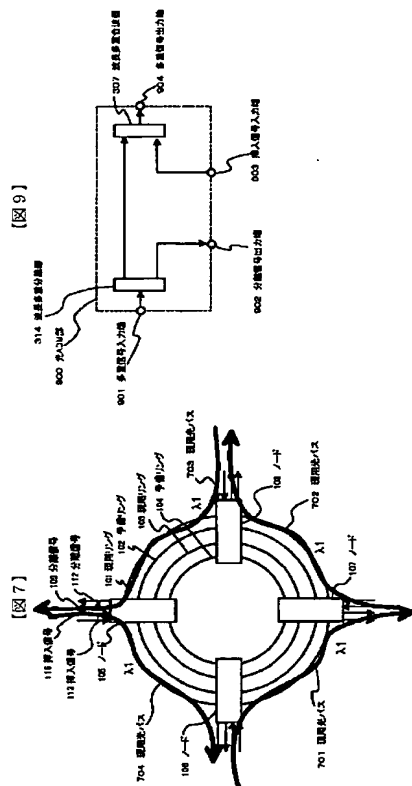


【図1】



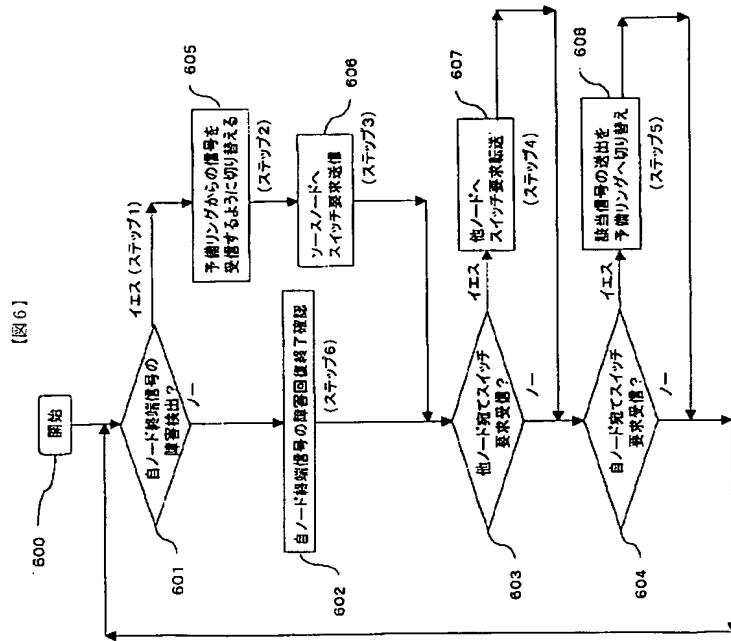


【例5】

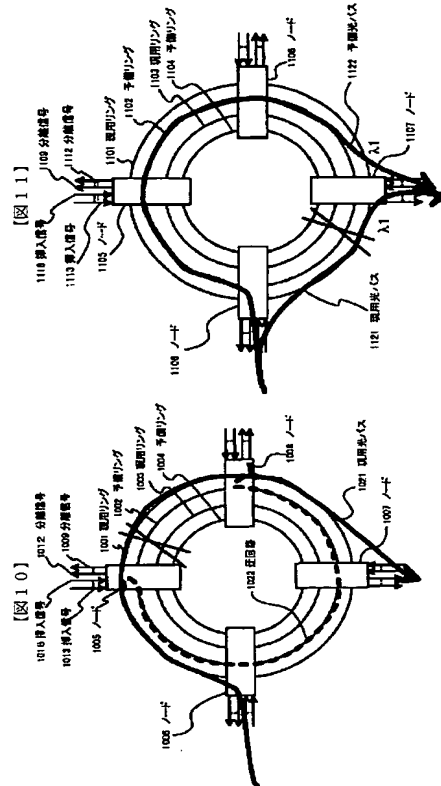


【図7】

【例9】



【图6】



【图10】

【图 1-1】

【图 1-1】

【書誌的事項の続き】

【IP C 6】 H04L 12/437:H04B 10/20; 10/02:H04L 12/28

【F I】 H04L 11/00 331:H04B 9/00;:H04L 11/20

【識別番号または出願人コード】 000004237

【山崎／權利留石】  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

【發明／考案者名】白垣 達哉

東京都港区

【發明／考案者名】逸見 直也

東京都港区

【代理人】

(注) 本抄録の書誌的事項は初期登録時のデータで作成されています。